

Pertumbuhan, Hasil dan Translokasi Timbal (Pb) pada Tanaman Kangkung (*Ipomea reptans*) dan Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Dengan Penambahan Pupuk ZA Berbeda Dosis

Rubiatul Adawiyah¹, , Anis Rosyidah²,

¹ Mahasiswa S1 Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang

² Dosen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang

Jalan MT. Haryono, No. 193, Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

Korespondensi: rubiatul12@gmail.com

Abstrak

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang paling banyak menyebabkan pencemaran pada lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kemampuan tanaman kangkung dan bayam dalam menyerap Timbal akibat pemberian berbagai dosis ZA sebagai pengindus logam berat pada lahan tercemar. Penelitian ini merupakan percobaan pot yang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah jenis tanaman (Kangkung dan Bayam). Faktor Kedua adalah dosis pupuk ZA yang terdiri dari lima level (0; 1,19; 2,38 3,57; 4,76 g/pot). Variable yang diamati meliputi variabel tumbuh, hasil tanaman dan konsentrasi Pb dalam tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kangkung meningkat dengan meningkatnya dosis aplikasi ZA hingga 2,38 g/pot. Peningkatan dosis memberikan peningkatan pertumbuhan yang tidak signifikan ($P < 0,05$). Demikian juga pada tanaman bayam. Namun dosis yang lebih tinggi menyebabkan penurunan pertumbuhan jumlah daun tanaman bayam secara signifikan ($P < 0,05$). Bobot segar akar dan tajuk tanaman kangkung secara signifikan meningkat rata-rata sebesar 50,74% dan 36,57% dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan tanaman bayam mengalami peningkatan rata – rata bobot segar akar dan tajuk secara signifikan sebesar 50,76% dan 53,10% dibandingkan dengan kontrol. Tanaman kangkung mengakumulasi logam Pb lebih banyak pada tajuk dengan rata-rata nilai Translokasi Faktor (TF) sebesar 1,09. Sedangkan tanaman bayam mengakumulasi logam berat Pb lebih banyak pada akar dengan rata-rata nilai TF sebesar 0,75. Hasil ini menyarankan bahwa aplikasi ZA meningkatkan serapan Pb tanaman hiperakumulator dari jenis sayuran. Namun, tanaman bayam lebih aman dikonsumsi karena logam berat diakumulasi di bagian akar.

Kata kunci: Fitoremediasi, Timbal, Kangkung, Bayam, ZA, Translokasi

Abstract

Lead (Pb) is the heavy metal that causes the most pollution in the environment. This study was conducted to compare the ability of water spinach and spinach plants to absorb lead due to the administration of various doses of ZA as a heavy metal suppressor on polluted land. This research is a pot experiment using a factorial randomized block design (RBD) with two factors. The first factor is the type of plant (Kangkung and Spinach). The second factor was the dose of ZA fertilizer (0; 1.19; 2.38 3.57; 4.76 g / pot). The variables observed included growth, plant yield, and Pb concentration in plants. The results showed that the growth of kale plants increased with the increasing dose of ZA application up to 2.38 g / pot. Increasing the dose gave an insignificant increase in growth ($P < 0.05$), likewise in spinach plants. However, higher doses caused a significant reduction in the number of spinach leaves ($P < 0.05$).

The fresh weight of kale roots and shoots significantly increased by an average of 50.74% and 36.57% compared to the control. While the spinach plant experienced an increase in the average root and shoot fresh weight significantly by 50.76% and 53.10% compared to the control. Water spinach plants accumulated more Pb in the crown with an average Translocation Factor (TF) value of 1.09. Meanwhile, spinach plants accumulated more Pb in their roots with an average TF value of 0.75. These results suggest that the application of ZA increases the Pb uptake of plant hyperaccumulators from vegetables. However, spinach is safer to eat because heavy metals are accumulated in the roots.

Keywords: Phytoremediation, Lead, water spinach, spinach, ZA, Translocation.

Pendahuluan

Seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia baik industri maupun rumah tangga menyebabkan semakin meningkatnya volume limbah di Indonesia. Limbah yang dibuang banyak mengandung logam berat. Timbal (Pb) merupakan logam berat yang paling banyak menyebabkan pencemaran pada lingkungan. Salah satu upaya untuk meremediasi lingkungan tercemar logam adalah dengan fitoremediasi menggunakan tanaman hiperakumulator. Dengan berkembangnya teknologi fitoremediasi maka tumbuhan hiperakumulator logam menjadi sangat penting. Beberapa hasil penelitian telah menunjukkan bahwa beberapa vegetasi mampu menurunkan kandungan logam berat tersedia dalam tanah serta mengakumulasi logam berat dalam jaringan tanaman.

Kangkung (*Ipomea reptans*) telah terbukti mampu mengakumulasi logam berat timbal tanpa mengalami kerusakan pada fisiologi maupun morfologi tanaman tersebut (Syafarudin, 2010). Selain kangkung, tanaman bayam juga berpotensi sebagai tanaman hiperakumulator logam berat Pb. Kurnia (2014) melaporkan bahwa tanaman bayam dapat tumbuh dalam tanah yang mengandung Pb dengan konsentrasi awal 3,33 ppm. Tanaman tersebut mampu mengurangi konsentrasi tanah tercemar timbal (Pb) hingga 0,91 ppm.

Keberhasilan fitoremediasi selain ditentukan oleh pemilihan tanaman yang sesuai juga ditentukan oleh pemberian pupuk yang tepat. Pupuk nitrogen (ZA) perlu ditambahkan, selain menyediakan nutrisi bagi tanaman juga dapat meningkatkan keasaman tanah sehingga logam berat dapat diserap. Menurunnya pH tanah akan meningkatkan ketersediaan unsur mikro termasuk logam berat Pb sehingga meningkatkan serapan logam oleh tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kemampuan tanaman kangkung dan bayam dalam menyerap logam berat dan mengetahui efek pemberian berbagai dosis ZA sebagai pengindus logam berat Pb pada lahan tercemar.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang dengan ketinggian tempat 540 meter di atas permukaan laut dan suhu 21 °C – 30 °C. Penelitian dilakukan pada bulan September-Desember 2019.

Penelitian ini merupakan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dan terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama, jenis tanaman yang terdiri dari dua level yaitu: T1 = Kangkung darat, T2 = Bayam. Faktor Kedua, dosis pupuk ZA yang terdiri dari lima level yaitu: D0 = tanpa pemberian ZA setara dengan 0,00 g/polybag, D1 = 100 kg N/ha (476,19 kg ZA/ha) setara dengan 1,19 g/polybag, D2 = 200 kg N/ha (952,38 kg ZA/ha) setara dengan 2,38 g/polybag, D3 = 300 kg N/ha (1.428,57 kg ZA/ha) setara dengan 3,57 g/polybag, D4 = 400 kg N/ha (1.904,76 kg ZA/ha) setara dengan 4,76 g/polybag. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) dengan taraf nyata 5%, dan apabila pada uji F menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan uji lanjut menggunakan BNJ 5%. Menggunakan analisis regresi untuk menemukan dosis optimum pupuk ZA.

Media yang digunakan yaitu tanah dan pasir dengan perbandingan 4:1, sehingga menjadi 5 kg.polibag⁻¹. Media dicemari PbNO₃ sebanyak 350 mg/kg (1,75 gram/polybag). Timbal diaplikasikan 1 minggu sebelum transplanting. Bibit tanaman kangkung dan bayam yang telah berumur 14 hst dan telah berdaun 4 dipindahkan ke dalam polybag. Aplikasi pupuk ZA dilaksanakan pada 7 HST (hari setelah transplanting) sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman, penyiangan dan pemberantasan hama dan penyakit. Pengukuran pertumbuhan dilakukan dengan menggunakan penggaris, sedangkan analisis konsentrasi Pb dilakukan analisis di laboratorium dengan menggunakan metode SSA (Spektrofotometer Serapan Atom). Tanaman dipanen pada usia 28 hst.

Hasil Dan Pembahasan

Respon Pertumbuhan Tanaman Kangkung dan Bayam Akibat Penambahan Macam Dosis ZA pada Tanah Tercemar Pb

Berdasarkan analisis ragam taraf 5% menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata akibat perlakuan pemberian berbagai dosis pupuk ZA terhadap rata – rata tinggi tanaman kangkung umur 28 hst (Tabel 1). Sedangkan pada rata – rata tinggi tanaman bayam pemberian berbagai dosis pupuk ZA menunjukkan pengaruh nyata. Tanaman bayam memiliki rata – rata peningkatan tinggi tanaman sebesar

14,96% akibat pemberian pupuk ZA. Dimana tanaman bayam dengan pemberian dosis sebesar 300 kg N/ha atau 1.428,57 kg ZA/ ha dan 400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ ha memiliki rata – rata tinggi tanaman paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Tabel 1. Rata-rata Pertumbuhan Tanaman Kangkung & Bayam Akibat Pemberian Beberapa Dosis Pupuk ZA pada 28 hst

Tanaman	Perlakuan	Rata - rata Pertumbuhan Tanaman pada 28 hst			
		Tinggi	Jumlah Daun	Luas Daun	Total Panjang Akar
Kangkung	D0	39,60	27,77 a	599,07 a	4612,95 ab
	D1	42,49	34,72 b	733,62 ab	3754,23 a
	D2	41,72	37,83 bc	775,00 b	3802,25 a
	D3	41,81	40,47 c	840,12 b	4904,40 ab
	D4	43,40	43,64 c	941,48 b	5344,93 b
	BNJ 5%	TN	4,36	171,64	1193,73
Bayam	D0	16,68 a	17,33 a	407,11 a	5949,60 a
	D1	18,05 ab	24,45 b	685,47 b	5802,20 a
	D2	18,72 ab	32,99 c	759,70 b	9413,50 b
	D3	19,43 b	27,65 b	657,70 b	6524,68 a
	D4	20,50 b	28,08 b	736,83 b	8006,50 ab
	BNJ 5%	2,13	4,58	163,64	2230,89

Keterangan: - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, TN : Tidak Nyata, hst : Hari Setelah Tanaman.

Pada parameter jumlah daun tanaman kangkung memiliki rata – rata peningkatan jumlah daun sebesar 41,03% dibandingkan kontrol (D0). Jumlah daun tanaman kangkung tertinggi ada pada perlakuan D4 (400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ ha) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan D3 (300 kg N/ha atau 1.428,57 kg ZA/ ha) pada 28 hst. Sedangkan Tanaman Bayam memiliki jumlah daun tertinggi pada perlakuan D2 (200 kg N/ha atau 952,38 kg ZA/ ha) pada akhir pengamatan (28 hst). Ammonium sulfat ((NH₄)²SO₄) mengandung 21% nitrogen. Nitrogen diserap dalam tanah berbentuk ion nitrat atau ammonium. Kemudian, didalam tumbuhan bereaksi dengan karbon membentuk asam amino, selanjutnya berubah menjadi protein. Nitrogen termasuk unsur yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman karena 16-18% protein terdiri dari nitrogen.

Tabel 1 menunjukkan bahwa tanaman kangkung mengalami peningkatan luas daun sebesar 37,31% akibat pemberian pupuk Za, luas daun tertinggi pada dosis pupuk ZA D2, D3, dan D4. Sedangkan tanaman bayam mengalami peningkatan luas daun sebesar 74,38% akibat pemberian pupuk ZA. Pada akhir pengamatan (28 hst) tanaman bayam memiliki luas daun yang tinggi pada dosis D1, D2, D3 dan D4.

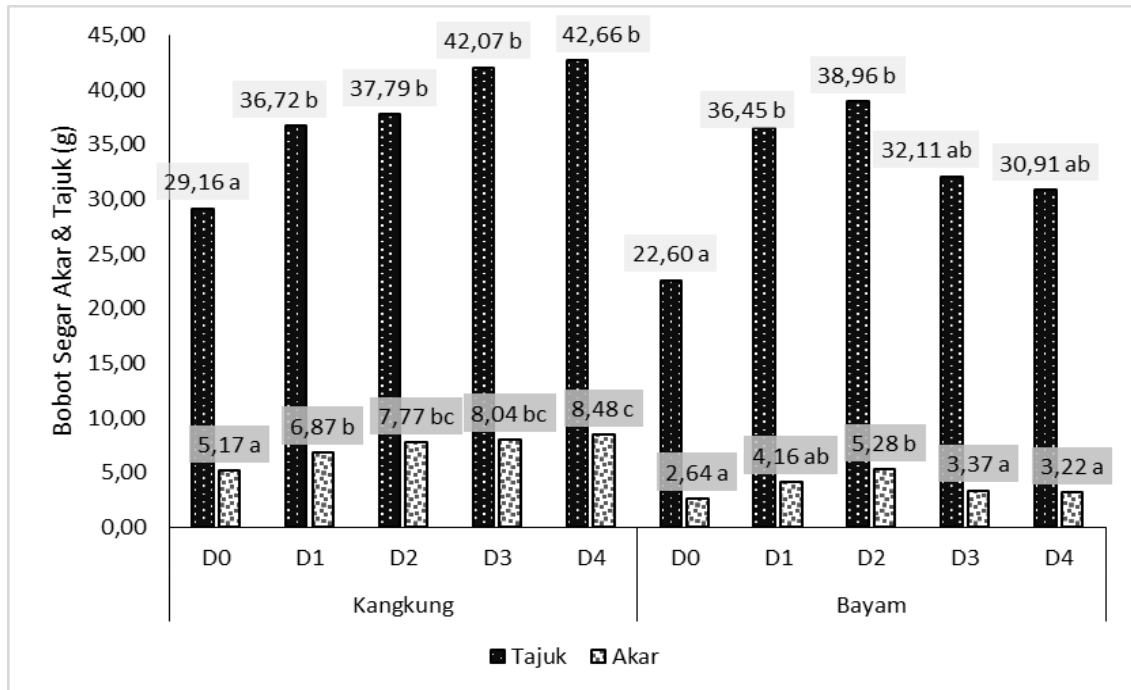
Daun merupakan salah satu faktor utama yang diperhitungkan dalam mengukur tingkat produksinya. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Hardjowigeno (1997) yang menyatakan bahwa tanaman yang diambil daunnya memerlukan unsur nitrogen lebih banyak dari unsur yang lainnya, agar daun dapat berkembang dengan baik. Unsur nitrogen berperan mendorong pembentukan daun, karena unsur nitrogen mempunyai peranan penting untuk membentuk sel-sel baru dalam tanaman.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa tanaman kangkung memiliki rata - rata total panjang akara tertinggi pada pemberian dosis pupuk ZA sebanyak 400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ ha. Tanaman Bayam memiliki rata – rata total panjang akar paling tinggi pada dosis pupuk D2 dan D4. Sharma and Dubey (2005) mengatakan bahwa keberadaan logam berat Timbal menyebabkan penurunan pembelahan sel dan penurunan sintesis protein yang akibatnya mineral penting Ca^{+2} menjadi tidak tersedia. Namun hal tersebut tidak terjadi pada tanaman hiperakumulator yang digunakan baik Tanaman Kangkung Darat maupun Tanaman Bayam Cabut. Hal tersebut memungkinkan disebabkan oleh Ammonium sulfat (ZA) atau $(\text{NH}_4)^+$ dan sulfat $(\text{SO}_4)^{-2}$ dapat berikatan dengan ion Pb^{+2} dan membentuk PbSO_4 yang dapat diserap oleh akar tanaman (Gurnita et al., 2017). Selain itu adanya perlakuan pemberian Pupuk ZA juga mengandung ion sulfat yang bisa diserap oleh tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan analisis ragam taraf 5% (Gambar 1) dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh nyata perlakuan pemberian berbagai macam dosis pupuk ZA pada rata – rata bobot segar akar dan tajuk tanaman pada 28. Tanaman Kangkung memiliki bobot segar akar dan tajuk yang tinggi pada dosis D1, D2, D3 dan D4, sedangkan Tanaman Bayam memberikan bobot segar akar yang tinggi pada D1 dan D2.

Tanaman kangkung mengalami peningkatan rata – rata bobot segar akar dan tajuk sebesar 43,62% dan tanaman bayam mengalami peningkatan rata – rata bobot segar akar dan tajuk sebesar 52,43% akibat pemberian pupuk ZA. Fitoremediasi pada dasarnya adalah pendekatan agronomi dan keberhasilannya tergantung pada praktik agronomi yang diterapkan di lokasi yang terkontaminasi. Penggunaan pupuk juga merupakan praktik umum ketika menerapkan teknik fitoremediasi di tanah yang terkontaminasi logam berat. Pupuk anorganik dianggap sebagai aditif tanah untuk menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk tanaman dengan hasil tinggi, dan untuk mengasamkan tanah untuk bioavailabilitas logam yang lebih besar (Lasat, 2000). Pupuk N pada tahap pertumbuhan yang berbeda sering direkomendasikan oleh ahli

agronomi, karena metode pemupukan mendukung pertumbuhan tanaman (López-Bellido et al., 2005).



Gambar 1. Rata – rata Bobot Segar Akar dan Tajuk Tanaman Kangkung & Bayam Akibat Pemberian Beberapa Dosis Pupuk ZA Berbagai Umur Tanaman. (Keterangan: - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%,).

pH Tanah, Konsentrasi Pb yang ada di Tanah, Akar dan Tajuk Serta TF (translocation factor)

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa terdapat interaksi nyata antara perlakuan macam tanaman hiperakumulator dengan penambahan berbagai macam dosis pupuk ZA pada rata – rata pH tanah pada 28 hst. Dimana tanaman kangkung dan bayam memiliki pH tanah terendah pada dosis D4 (400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ ha. Tabel 2 menunjukkan terdapat pengaruh interaksi nyata ($p > 0,05$) antara perlakuan macam tanaman hiperakumulator dengan penambahan berbagai macam dosis pupuk ZA terhadap konsentrasi Pb dalam tanah. Tanaman Kangkung (T1) memiliki konsentrasi Pb terendah pada dosis D3 (300 kg N/ha atau 1.428,57 kg ZA/ ha) tetapi tidak berbeda nyata dengan D4 (400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ ha). Sedangkan Tanaman Bayam memiliki konsentrasi Pb terendah pada dosis D4 (400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ ha) yaitu sebesar 95,85 ppm.

Tabel 2. pH Tanah, Konsentrasi Pb di Tanah, Akar dan Tajuk Serta TF (*translocation factor*) Tanaman Kangkung & Bayam pada Pemberian Beberapa Dosis Pupuk ZA pada umur 28 hst

Perlakuan	pH Tanah, Konsentrasi Pb di Tanah, dan Translokasi Pb pada Tajuk dan Akar Tanaman Kangkung Darat dan Bayam				
	pH	Tanah	Akar	Tajuk	TF
T1D0	6,88 e	200,59 bc	136,27 a	138,97 a	1,04
T1D1	6,31 cd	209,73 bc	154,15 ab	145,60 a	0,96
T1D2	6,08 c	209,51 bc	154,48 ab	149,32 a	0,97
T1D3	6,01 bc	188,58 b	168,65 ab	180,64 ab	1,19
T1D4	5,60 ab	139,26 ab	199,44 b	252,42 b	1,28
T2D0	6,49 d	276,76 c	133,76 a	121,03 a	0,92
T2D1	6,40 d	175,74 ab	154,29 ab	126,442 a	0,86
T2D2	6,14 cd	187,51 b	166,54 ab	122,12 a	0,73
T2D3	5,75 b	161,41 ab	188,71 b	133,57 a	0,72
T2D4	5,36 a	95,85 a	266,30 c	135,68 a	0,51
BNJ 5%	0,30	82,999822	44,08	80,74	TN

Keterangan: - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, TN : Tidak Nyata, hst : Hari Setelah Tanaman.

Tanaman bayam mengakumulasi logam berat Pb lebih banyak pada akar dibandingkan Tanaman kangkung (Tabel 2). Dimana serapan Pb tertinggi ada pada pemberian dosis pupuk ZA sebanyak 400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ha (D4). Sedangkan pada konsentrasi Pb di tajuk, Tanaman Kangkung mengakumulasi Pb lebih banyak dibandingkan Tanaman Bayam pada dosis D4 (400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ha). Pemberian berbagai macam dosis pupuk ZA menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap konsentrasi Pb di tanah pada 28 hst. Semakin tinggi dosis pupuk ZA yang diberikan maka semakin rendah pula konsentrasi Pb yang ada di dalam tanah pada umur 28 hari setelah tanam baik pada Tanaman Kangkung maupun Tanaman Bayam.

Ketersediaan logam berat Pb ada larutan tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Pb memiliki mobilitas yang tinggi pada tanah yang memiliki pH rendah atau asam. Berdasarkan hasil analisis statistik perlakuan pemberian berbagai dosis pupuk ZA memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan pH tanah (Tabel 2). Tanaman Kangkung dan Tanaman Bayam memiliki pH tanah terendah pada pemberian dosis D4 (400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ha). Semakin tinggi dosis pupuk ZA yang diberikan semakin banyak pula terjadi penurunan pH tanah. Semakin banyak kation yang diserap akar (misalnya NH_4^+), maka banyak ion H^+ yang keluar dari akar ke dalam tanah sehingga tanah, dan menyebabkan tanah menjadi lebih masam. Foth (1995)

mengatakan bahwa pupuk yang mengandung nitrogen dalam bentuk amonia atau dalam bentuk lainnya dapat berubah menjadi nitrat yang berakibat pada penurunan pH tanah. Nitrifikasi berakibat dalam produksi ion-ion hidrogen dan berpotensi meningkatkan kemasaman tanah. sejalan dengan penelitian Nurhidayati et.all.(2013) aplikasi pupuk ZA pada tanaman tebu menurunkan pH tanah. Amonium sulfat (ZA) yang ditambahkan sebagai pengindus pada media tanam akan membentuk amonium NH_4^+ dan sulfida SO_4^{-2} . Selanjutnya ion sulfida dapat berikatan dengan ion Pb^{+2} akan membentuk PbSO_4 yang kemudian akan terserap oleh tanaman. Meningkatkan serapan logam Pb oleh tanaman dengan terbentuknya PbSO_4 yang mudah larut.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan tidak ada interaksi nyata ($p < 0,05$) antara perlakuan macam tanaman hiperakumulator dengan penamabahan berbagai macam dosis pupuk ZA pada nilai TF (translocation factor).

Tabel 3. TF (*translocation factor*) Tanaman Kangkung & Bayam dan Perlakuan Pemberian Beberapa Dosis Pupuk ZA padaumur 28 hst

Perlakuan	TF (translocation factor)
T1	1,09 b
T2	0,75 a
BNJ 5%	0,27
D1	0,90
D0	0,85
D2	0,98
D3	0,96
D4	0,91
BNJ 5%	TN

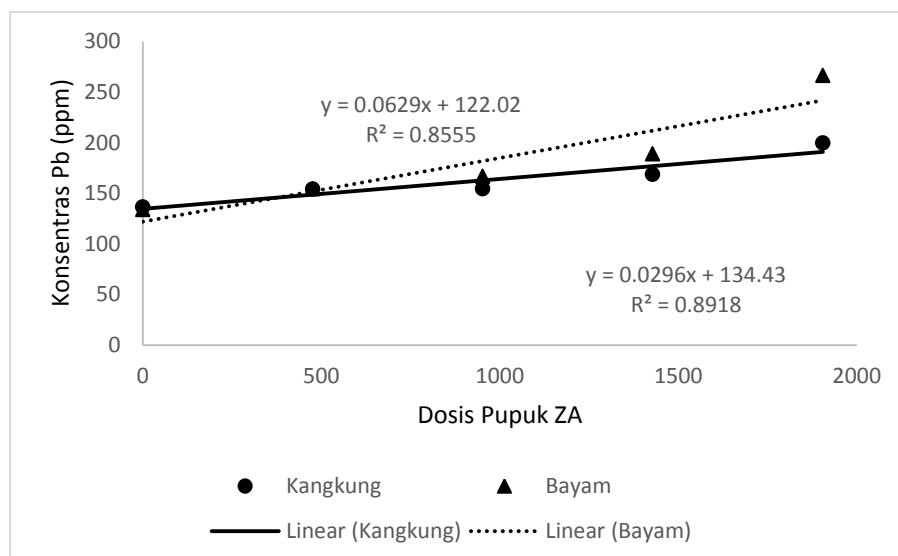
Keterangan: - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, TN : Tidak Nyata, hst : Hari Setelah Tanaman

Secara terpisah perlakuan macam tanaman hiperakumulator memberikan pengaruh nyata terhadap nilai TF (Tabel 3). Tanaman Kangkung memiliki nilai TF lebih tinggi dibandingkan Tanaman Bayam. Sedangkan perlakuan pemberian berbagai dosis pupuk ZA tidak berpengaruh nyata terhadap nilai TF. Berdasarkan Hal tersebut maka Tanaman Kangkung termasuk dalam tanaman hiperakumulator dengan mekanisme fitoekstraksi. Sedangkan Tanaman Bayam termasuk dalam tanaman hiperakumulator dengan mekanisme fitostabilisasi. Yoon et al., 2006 menjelaskan bahwa apabila nilai $\text{TF} < 1$ maka tanaman dikategorikan pada strategi fitoremediasi fitostabilisasi. Fitostabilisasi merupakan usaha untuk mengurangi kandungan polutan dimana

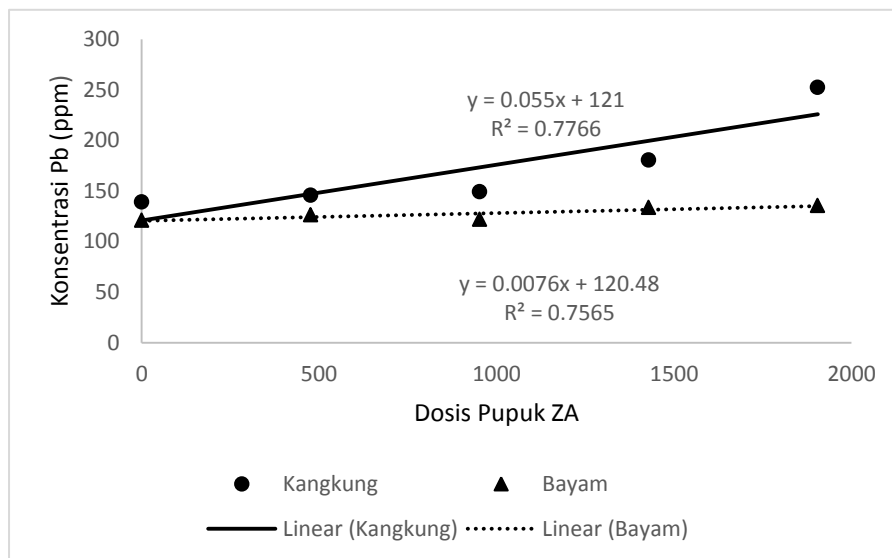
tumbuhan yang digunakan sebagai sarannya dengan tujuan mengurangi tingkat pergerakan logam pada tanah. Sedangkan fitoekstraksi merupakan usaha untuk mengurangi kandungan logam dengan mentranslokasikan logam tersebut dan menyimpannya pada tajuk tanaman.

Penentuan Dosis Optimum Pupuk ZA untuk Serapan Pb Tanaman

Berdasarkan Gambar (2&3) merupakan hubungan antara dosis pupuk ZA dan serapan Pb di akar dan tajuk dimana ada kecenderungan mengikuti pola linear positif yang artinya semakin tinggi dosis pupuk ZA maka kadar serapan Pb di akar dan tajuk semakin tinggi. Pada diagram analisis regresi hubungan dosis pupuk ZA dan konsentrasi logam di akar dan tajuk menunjukkan pola linier yang artinya semakin tinggi dosis pupuk yang diberikan semakin tinggi pula konsentrasi logam yang ada di tajuk dan akar. Hal tersebut di karenakan pH tanah yang semakin rendah dengan semakin tingginya pupuk ZA yang diberikan. Selain itu dosis pupuk yang tinggi memberikan unsur hara N yang lebih banyak untuk tanaman sehingga tanaman melakukan penyerapan unsur hara lebih banyak dan membuat logam berat Pb ikut terangkut saat penyerapan unsur hara. Hal tersebut sejalan dengan penelitian J. C. Rodriguez (2006) yang melaporkan penggunaan pupuk Amonium Sulfat dapat menurunkan pH tanah dan meningkatkan produksi bahan kering tanaman yang menyebabkan meningkatnya serapan logam berat Pb dan Cd oleh tanaman *Nicotiana tabacum* L.



Gambar 2. Hubungan dosis pupuk ZA dengan serapan Pb pada akar



Gambar 3. Hubungan dosis pupuk ZA dengan serapan Pb pada tajuk

Kesimpulan dan Saran

Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) dan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) yang ditanam pada tanah tercemar memberikan respon yang berbeda terhadap pemberian berbagai dosis pupuk ZA yang berfungsi sebagai pengindus logam berat dalam tanah. Tanaman Kangkung memiliki pertumbuhan dan hasil yang lebih tinggi pada dosis pupuk ZA 400 kg N/ha atau 1.904 kg ZA/ha, sedangkan Tanaman Bayam memiliki pertumbuhan dan hasil yang lebih tinggi pada dosis pupuk ZA 200 kg N/ha atau 952,38 kg ZA/ ha.

Kandungan Pb di akar Tanaman Bayam pada perlakuan 400 kg N/ha atau 1.904,76 kg ZA/ha sebesar 266.30 ppm lebih tinggi dibandingkan pada tanaman kangkung darat sebesar 199,44 ppm. Sedangkan kandungan Pb di tajuk pada Tanaman Kangkung sebesar 252,42 ppm lebih besar dibandingkan dengan tanaman bayam sebesar 135,68 ppm.

Hasil analisis regresi hubungan antara dosis pupuk ZA dengan serapan Pb di akar dan tajuk pada kedua tanaman mengikuti pola linear yang artinya semakin tinggi dosis pupuk ZA maka kadar serapan Pb di akar dan tajuk semakin tinggi.

Tanah tercemar Pb dapat dilakukan remediasi dengan menggunakan Tanamaan Bayam (*Amaranthus gangeticus*) untuk mekanisme fitostabilisasi dan Tanaman Kangkung untuk mekanisme fitoekstraksi. Untuk mengetahui dosis optimum pupuk ZA yang diberikan untuk meningkatkan serapan Pb oleh tanaman perlu dilakukan peningkatan dosis pupuk Za.

Daftar Pustaka

- Abdurachman, A., S. Sutono, H. Kusnadi dan Y. Hadian 2000. Laporan pengkajian baku mutu tanah: Sumber dan proses terjadinya pencemaran logam berat. Laporan Akhir Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. No. 61-b/ Puslit-tanak/2000. Puslitbangtanak. Bogor.
- Achmad, R. 2004. Kimia Lingkungan. Edisi 1. Yogyakarta. Andi Offset. hlm. 15-16.
- Agustina, T. 2010. Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampaknya pada kesehatan. *TEKNUBUGA*. 2(2): 53-65.
- Alloway, B.J 1995. Heavy Metals in Soils. Chapman & Hall. London. Hal 161- 193
- Alloway, B. J. and D. J. Ayres. 1997. Chemical Principles of Environmental Pollution 2nd ed. Blackie Academic & Professional. UK, pp. 5-46
- Anand, S.J.S. 1978. Determination of mercurry, arsenic, and cadmium in fish by neuron activation. *Jurnal of Radioanalytical Chemistry*, 5(3) : 99-101.
- Chaney R.L. 1995. Potential use of metal hyperaccumulators. *Mining Environ Manag.* 3: 9-11.
- Charlena., 2004. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur-sayuran. Program Pascasarjana / S3 / Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Charlos.J.R.O.2006. Soil nitrogen fertilization effects on phytoextraction of cadmium and lead by tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Bioremediation Journal*.3(5): 105-114.
- Connel,A. and B,Miller. 2006, Kimia dan Etoksikologi Pencemaran, UI Press, Jakarta. 520 hal.
- Corseuil, H.X and F.N. Moreno. 2000. Phytoremediation potential of willow trees for aquifers contaminated with ethanol-blended gasoline. *Pergamon Press*. Elsevier Science Ltd 35(2): 3013-3017.
- Dalimartha, S. 2000. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia. Trobus Agriwidya. Bogor.123 hal.
- Darmono. 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk hidup. Universitas Indonesia Press, Jakarta. Hal 131-134
- Darmono, 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam), Universitas Indonesia Press, Jakarta. 179 hal.
- Djuariah, D. 2007. Evaluasi plasma nutfah kangkung di dataran medium rancaekek. *Jurnal Hortikultura* 7(3):756-762.
- EPA. 2000. Introduction to phytoremediation. *Jurnal Online U.S. Environmental Protection Agency*. 3(2): 101 – 111.

- Faust S.P. and Aly, O.M. (1981). Chemistry of Natural Water. New York: Ann Arbor Science.
- Foth, H.D. 1995. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Terjemahan: Sunartono Adisoemarto. Erlangga. Jakarta. 135 hal.
- Gabbrielli R, C.Mattioni, dan O.Vernano. 1991. Accumulation mechanisms and heavy metal tolerance of a nickel hyperaccumulator. J. Plant Nutrition. 14: 1067-1080.
- Govindasamy. C, M.Arulpriya, P.Ruban, L.Francisca Jenifer, A.Ilayaraja. 2011. Concentration of heavy metals in seagrasses tissue of the Palk Strait, Bay of Bengal. Int. J. Environ. Sci. 2: 145–153.
- Gurnita.G.2019. Pengaruh pengindus ammonium sulfat terhadap pertumbuhan dan kandungan logam berat timbal (Pb) pada rumput akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) yang ditanam pada Tailing Tambang Emas. BIOSFER, J.Bio. & Pend.Bio. 2(1): 26-35.
- Hadisoeganda, A. W. W. 1996. Bayam sayuran penyangga petani di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Monograf No. 4, Bandung. Hal 31.
- Hardjowigeno, S. 1987. Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Wilayah. Bogor:Jurusan Tanah. Fakultas pertanian. Universitas Andalas. 233 hal.
- Henry, J. R. 2000. In An Overview of Phytoremediation of Lead and Mercury . NINEMS Report. Washington, D. C. PP.3 - 9.
- Hinsinger, P., Bengough, A.G., Vetterlein, D. and Young, I.M. 2009. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance. Plant Soil. 321(2): 117–152.
- Homer. W, Parker.1977.Air Pollution. Prentice-Hall, INC, New Jersey. Hal 65.
- Jadia, C.D., Fulekar, M.H., 2009. Phytoremediation of heavy metals: Recent techniques. Afr. J. Biotechnol. 8, 921–928.
- Kurnia.K.S.2014. Pengukuran Efektivitas Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp.) Dalam Penyerapan Logam Timbal (Pb) pada Lahan TPA Supit Urang, Malang.Skripsi. FMIPA. Jurusan Fisika. Universitas Brawijaya.Malang
- Kurnia U, H. Suganda, R. Saraswati, Nurjaya. 2009. Teknologi Pengendalian Pencemaran Lahan Sawah. http://balittaanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/buku/tanahsawah/tan_ahsawah9.pdf.
- Lasat, M. M. 2000. Phytoextraction of metals from contaminated soil. A Review of Plant Soil Metal Interaction And Assessment of Pertinent Agronomic Issues. Hazardous Substance Research. 2(5): 603-9135.

- Lopez-Bellido L, R.J., Lopez-Bellido, J.E., Castillo, F.J., Lopez-Bellido. 2001. Effect of long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on breadmaking quality of hard red spring wheat. *Field Crops Research*. 72: 197- 210.
- Maria, G.M. 2009. Respon produksi tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans* Poir.) terhadap variasi waktu pemberian pupuk kotoran ayam. *Jurnal Ilmu Tanah*. 7(1): 18-22.
- McGrath SP, Z.G., Shen, F.J., Zhao. 1997. Heavy metal uptake and chemical changes in rhizosphere of *Thlaspi caerulescens* and *Thlaspi ochroleucum* grown in contaminated soils. *Plant Soil*. 188:153-159.
- Mwegoha, W.J.S., 2008. The use of phytoremediation technology for abatement soil and groundwater pollution in tanzania: opportunities and challenges. *Journal Of Sustainable Development In Africa*. 10 (1): 140-156
- Nugraha, Y. M. (2010). Kajian Penggunaan Pupuk Organik dan Jenis Pupuk N terhadap Kadar N Tanah, Serapan N dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Litosol Gemolong. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Nurhidayati, A. Basit, and Sunawan. 2013. Substitution of amonium sulphate fertilizer on upland sugarcane cultivation and its effect on plant growth, nutrient content and soil chemical properties, *AGRIVITA* 35 (1) : 36 – 43.
- Palar H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta. 87 hal.
- Raskin, I.P., B.A., Nanda Kumar, S., Dushenkov, D., Salt. 1994. Phytoremediation - using plants to clean up soils and waters contaminated with toxic metals. Emerging technologies in hazardous waste management VI. ACS Industrial & Engineering Chemistry Division Special Symp, Atlanta, vol(1),.
- Repley B.S., E., Muller, and M., Behenna. 2006. Biomass and photosynthetic productivity of water hyacinth as effected by nutrient supply and mirid biocontrol. *Biological Control* 39(3): 392-400.
- Rinsema. 1993. Pupuk Dan Cara Pemupukan. Jakarta : Bharata. Hal 34
- Rizkyana. D.W. 2019. Respon Tanaman Hias Puring (*Codiaeum variegatum* L.) dan Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* L.) Akibat Penambahan Macam Pupuk Nitrogen pada Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb). Skripsi. Fakultas Pertanian. Agroteknologi. Universitas Islam Malang. Malang.
- Rodriguez, M, J. Oses, K. Ziani, and J.I. Mate. 2006. Soil nitrogen fertilization effects on phytoextraction of cadmium and lead by tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Bioremediation Journal*. 3:55.
- Sahat, S. dan I. M. Hidayat. 2006. Bayam : Sayuran. BPTS, Jakarta. Hal 56.
- Salisbury, F.B. dan C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 1. Bandung: ITB. 93 hal.

- Salt, D.E., R.D.Smith, I.Raskin. 1998. Phytoremediation. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 49, 643–668.
- Saparinto, C. 2013. *Grow Your Own Vegetables-Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Yogyakarta: Penebar Swadaya. 180 hlm.
- Sari, V.I. 2013. *Peran Pupuk Organik Dalam Meningkatkan Efektivitas Pupuk NPK Pada Bibit Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Di Pembibitan Utama*, Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sharma P., and R.S.Dubey. 2005, Lead Toxicity in Plants, *Braz J Plant Physiol* 17:35-52.
- Sitompul, S. M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM Press: Yogyakarta. 402 hal.
- Sudarmaji, J. Mukono dan I.P. Corie. *Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Kesehatan Lingkungan FKM. Unair; 2006.
- Suganda, A., A. Rachman, dan Sutono. 2002. *Petunjuk Pengambilan Contoh Tanah*. Balittanah, Litbang, Departemen Pertanian. Bogor. 24 hal.
- Suganda, H., D.Setyorini, H. Kusnadi, I. Saripin dan U. Kurnia. 2002. *Evaluasi pencemaran limbah industri untuk kelestarian sumberdaya lahan sawah*. Laporan Kemajuan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Supriyanto.C, Samin, Z.Kamal. 2007. *Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu, Dan Cd Pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom(SSA)*”,tersedia: <http://jurnal.sttnbatan.ac.id/wpcontent/uploads/2008/06/13-supriyanto-hal-147-152.pdf>, diakses pada tanggal 28 November 2019.
- Suratman, D.Priyanto, dan A.D. Setyawan. 2000. *Analisis Keragaman Genus Ipomoea Berdasarkan Karakter Morfologi*. *Biodiversitas*. 1:72-79.
- Suwandi dan Y.Hilman. 1992, ‘Penggunaan pupuk nitrogen dan triple super phosphate pada bawang merah’, *Bul. Penel. Hort.* 22(4): 28-40.
- Sugiyanto, R.A.N., D. Yona, dan R.D. Kasitowati. 2016 *Analisis akumulasi logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada lamun Enhalus Acoroides sebagai agen fitoremediasi di Pantai Paciran, Lamongan*. Seminar Nasional Perikanan Dan Kelautan Vi, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang
- Syarifuddin, L.2010.*Studi fitoakumulasi Pb dalam kangkung darat (Ipomoea reptans Poir)*. Skripsi. Fakultas MIPA. Kimia. Universitas Hasanudin. Makassar.
- Tisdale, SW, J.L. Nelson, J.L. Halvin, and J.D. Beaton. 1993. *Soil Fertility and Fertilizer*. Sixth Edition. Prentice Hall, New Jersey. Hal 337-346.

- Titi.J, F Syarif, N Hidayati. 2005. Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. *Biodiversitas*. 6(1): 31- 33.
- Uswatun.E.H.2019.Efek Pemberian Beberapa Dosis ZA pada Lahan Tercemar Logam Berat Timbal Terhadap Pertumbuhan dan Akumulasi Pb pada Tanaman Puring dan Lidah Mertua. Skripsi. Fakultas Pertanian.Agroteknologi.Universitas Islam Malang. Malang.
- Veegha., 2008. Pencemaran Tanah. <http://www.WordPress.com>. [28 November 2019]
- Widowati, W. 2008. Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Wong, M. T. F and R. S. Swift., 1995, Amelioration of aluminium phytotoxicity with organic matter, in Date, R.A et al. (eds), *Plant soil interaction at low pH*. Kluwer Academic Publishers Printed in the Netherland. 41 – 45.
- Yoon, J., C. Xinde, Z. Qixing and L.Q. Ma. 2006. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated florida. *Science of the Total Environment*. 368(2): 456–464.